

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-099066

(43)Date of publication of application : 07.04.2000

(51)Int.Cl.

G10K 15/12

G01H 3/00

G09F 27/00

(21)Application number : 10-272242

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 25.09.1998

(72)Inventor : FUKUI TAKAO

OKA HIROKI

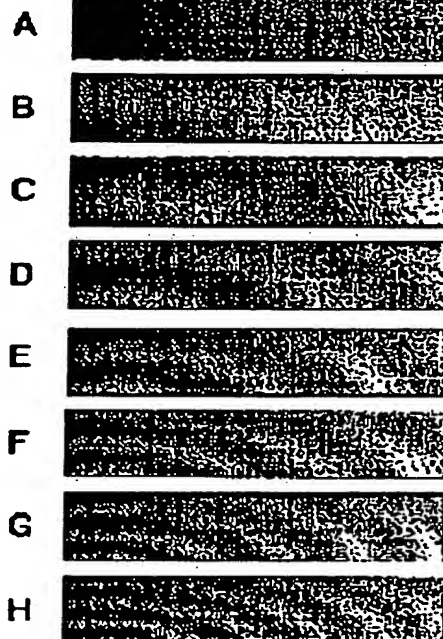
IRIYA SHINICHI

(54) DISPLAY METHOD AND EFFECT SOUND ADDING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To easily comprehend the degree of the spread of sounds in the case of adding reverberation sounds.

SOLUTION: In order to display the parameters of reverberation sounds, the device displays ripples corresponding to the length of reverberation time that is set. As an example, as the reverberation time varies from a short value to a long value, the intervals of the ripples are stepwise varied as shown in Figures A to H and at the same time the number of ripple waves is increased. Thus, reverberation time is visually grasped and the setting of the time is properly matched with the feeling.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-99066

(P2000-99066A)

(43) 公開日 平成12年4月7日 (2000.4.7)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード (参考)
G 1 0 K 15/12		G 1 0 K 15/00	B 2 G 0 6 4
G 0 1 H 3/00		G 0 1 H 3/00	Z 5 D 1 0 8
G 0 9 F 27/00		G 0 9 F 27/00	N

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願平10-272242	(71) 出願人	000002185 ソニー株式会社 東京都品川区北品川6丁目7番35号
(22) 出願日	平成10年9月25日 (1998.9.25)	(72) 発明者	福井 隆郎 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		(72) 発明者	岡 広樹 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		(74) 代理人	100082762 弁理士 杉浦 正知

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表示方法および効果音付加装置

(57) 【要約】

【課題】 残響音を付加する場合において、音の広がり具合を容易に把握できるようにする。

【解決手段】 残響音のパラメータにおいて、設定される残響時間の長さに応じた波紋が表示される。一例として、残響時間を短い値から長い値へと変更していくのに伴い、図10A～図10Hというように、段階的に波紋の間隔が変化されると共に、波紋の波数が増加される。残響時間が視覚的に把握でき、残響時間の設定を感覚と一致して行うことができる。

A



B



C



D



E



F



G



H



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 オーディオ信号に対して付加される効果音の特性を表示する表示方法において、オーディオ信号に対して付加する残響音の特性に応じた波紋を表示するようにしたことを特徴とする表示方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の表示方法において、上記残響音の特性は、残響時間であることを特徴とする表示方法。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の表示方法において、上記残響音の特性を変更する変更のステップをさらに有し、上記変更のステップによる上記残響音の特性の変更に伴い上記波紋の表示が変更されることを特徴とする表示方法。

【請求項 4】 オーディオ信号に対して効果音を付加する効果音付加装置において、オーディオ信号に残響音を付加する残響音付加手段と、上記残響音付加手段により付加される上記残響音の特性に応じた波紋を表示する表示手段とを有することを特徴とする効果音付加装置。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の効果音付加装置において、上記残響音の特性は、残響時間であることを特徴とする効果音付加装置。

【請求項 6】 請求項 4 に記載の効果音付加装置において、上記残響音の特性を変更する変更手段をさらに有し、上記表示手段は、上記変更手段による上記残響音の特性の変更に伴い上記波紋の表示を変更するようにしたことを特徴とする効果音付加装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 この発明は、オーディオ信号に残響音を付加する際に、残響音のパラメータを容易に把握できるような表示方法および効果音付加装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 オーディオ信号に対して効果音を付加するための装置の一つに、残響音付加装置（リバーブレータ）がある。この残響音付加装置は、例えば録音スタジオでオーディオ信号に残響音を付加し、音に広がりや深みを出すために多く用いられている。スタジオなどで録音された音に残響音を付加することで、実際にホールで演奏されているような効果や、さらに特殊な効果を与えることができる。

【0003】 古くには、残響音の付加は、実際に、ホールなどの残響音を得られるような場所で録音を行うか、あるいは、鉄板などの振動を利用して残響音的な効果を得るようにした、鉄板エコーなどの装置を用いて行われていた。近年の残響音付加装置では、これらの効果が電

氣的に実現されている。さらに、近年では、デジタル信号処理技術の発達に伴い、デジタル的に残響音を合成するような装置が普及してきている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上述した残響音付加装置では、付加する残響音の様々なパラメータを変化させ、効果のかかり具合を調整することができ、多くのパラメータの中でもより重要なものとして、音の広がり具合を示すパラメータがある。例えば、残響時間を変えることによって、音の広がり具合を変えることができる。

【0005】 従来では、音の広がり具合は、例えば数値やバークラフといった、数学的な手法による残響時間の表示で表現されていた。しかしながら、数値やバークラフの表示は無機質的で、音の広がり具合を直観的に把握することは、難しいという問題点があった。

【0006】 また、従来では、音の広がり具合を、視覚的に分かりやすく検知できるような表現方法が無かったという問題点があった。

【0007】 したがって、この発明の目的は、音の広がり具合を容易に把握できるようにした表示方法および効果音付加装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】 この発明は、上述した課題を解決するために、オーディオ信号に対して付加される効果音の特性を表示する表示方法において、オーディオ信号に対して付加する残響音の特性に応じた波紋を表示するようにしたことを特徴とする表示方法である。

【0009】 また、この発明は、オーディオ信号に対して効果音を付加する効果音付加装置において、オーディオ信号に残響音を付加する残響音付加手段と、残響音付加手段により付加される残響音の特性に応じた波紋を表示する表示手段とを有することを特徴とする効果音付加装置である。

【0010】 上述したように、この発明は、オーディオ信号に付加される残響音の特性に応じた波紋が表示されるので、残響音の特性を感覚的に把握できる。

【0011】

【発明の実施の形態】 以下、この発明の実施の一形態について説明する。この位置実施形態における効果音付加装置は、入力されたデジタルオーディオ信号である原音に対して残響音を付加する残響音付加装置であって、実際のホールなどの残響を収集することで得られたインパルス応答データにより入力デジタルオーディオ信号をたたみ込み、付加する残響音を得る。そして、残響音の長さに応じた波紋表示が表示部に対してなされる。これにより、設定された残響音の長さ、すなわち音の広がり具合を、感覚的に把握することが容易となる。

【0012】 図 1 は、この一実施形態による残響音を従来の巡回型フィルタによる残響音と比較して示す。図 1

Aに示される従来技術による残響音は、直接音に対して所定時間遅延されて初期反射音が発生され、さらに所定時間遅延されてフィルタにより生成された残響音が付加されている。付加される残響音は、単純な減衰曲線で残響音が減衰する。これに対して、この一実施形態では、実際に収録されたデータに基づくインパルス応答によって残響音を生成しているため、図1Bに示されるように、実際のホールなどでの音響特性を反映した、単純な減衰曲線ではない残響音が得られる。これにより、より自然で高品位な残響音を得ることができる。

【0013】図2は、この一実施形態によるインパルス応答収集装置97の構成の一例を示す。この例では、鉄板エコー装置92のインパルス応答を測定する。インパルス応答収集装置97は、例えばパーソナルコンピュータにより構成できる。この装置97では、インパルス応答測定用の信号を発生し、測定対象に対して出力すると共に、測定結果を収集し、測定結果をインパルス応答データに変換する。インパルス応答データは、例えばファイルとして保存される。

【0014】測定用信号発生部90で、インパルス応答を測定するためのTSP（タイムストレッチパルス）信号が発生される。TSP信号は、スイープ信号の一種であり、逆特性の信号で割ることによって、インパルス信号が得られる。インパルス応答を測定するためには、直接的にインパルス信号を発生させるのがより好ましいが、測定が困難であるため、このような方法を用いる。測定用信号発生部90で発生されたTSP信号は、D/A変換器91を介してアナログ信号に変換され、鉄板エコー装置92に入力される。

【0015】鉄板エコー装置92では、入力されたTSP信号により、残響音が発生する。この残響音は、L（左）およびR（右）チャンネルのアナログオーディオ信号として出力される。これらの出力は、A/D変換器93でLおよびRチャンネルそれぞれのデジタルオーディオ信号とされる。A/D変換器93では、例えばサンプリング周波数が48kHzあるいは96kHz、量子化ビット数が24ビットでサンプリングが行われる。A/D変換器93の出力は、LおよびRチャンネルのそれぞれがインパルス応答収集装置97に入力される。入力された信号は、例えば図示されないハードディスク装置やメモリなどに記憶される。

【0016】なお、残響時間は、音が止まってから音圧レベルが60dB減衰するまでの時間と定められている。この例では、量子化ビット数の24ビットにおいて、1ビットに対して6dBが割り当てられる。

【0017】測定用信号発生部90によるTSP信号の発生は、N回行われる。N回分の出力信号は、同期加算部94で、信号の発生タイミングを揃えられ、それぞれ同期加算される。N回分の信号を同期加算することにより、再現性のある信号のみが加算され、ランダムに発生

されるノイズ成分は加算されないため、S/N比を向上させることができる。S/N比は、 $(10 \log N)$ dB向上される。例えば、S/N比は、 $N=16$ で12dB向上される。

【0018】同期加算された信号は、LおよびRチャンネルのそれぞれがインパルス応答変換部95に供給される。インパルス応答変換部95では、供給された信号を、TSP信号の逆特性を有する信号で割る。これにより、TSP信号がインパルス信号に変換され、測定結果が、インパルス信号により発生された残響音に基づくインパルス応答に変換される。インパルス応答データは、サンプリング周波数に対応した間隔で得られる波高値である。A/D変換器93により24ビットの量子化ビット数でサンプリングされた信号は、変換後は、量子化ビット数が32ビットとされる。

【0019】インパルス応答変換部から出力された、Lチャンネルのインパルス応答データ96LおよびRチャンネルのインパルス応答データ96Rは、CD-ROMやMOといった、適当な記録媒体に記録される。インパルス応答収集装置97にイーサネットなどのインターフェイスを設け、ネットワークを介して外部へ供給するようにしてもよい。

【0020】図3は、ホールでインパルス応答を収集する場合の例を示す。ホール101は、ステージ部101Aおよび客席部101Bを有する。ステージ部101Aの所定位置に、音源102が据えられる。音源102は、例えば球面上の互いに異なる12方向にスピーカが設けられた12面体スピーカである。客席部101Bには、LおよびRチャンネルにそれぞれ対応したマイクロフォン103Lおよび103Rが所定位置に据えられる。

【0021】インパルス応答収集装置97から出力されたTSP信号がD/A変換器91でアナログ信号に変換され、アンプ100で増幅され、音源102で音声として再生される。この再生音を、マイクロフォン103Lおよび103Rで収録する。マイクロフォン103Lおよび103Rの出力は、それぞれA/D変換器93で所定のサンプリング周波数および量子化ビット数でサンプリングされ、LおよびRチャンネルのデジタルオーディオ信号とされ、インパルス応答収集装置97に供給される。インパルス応答収集装置97での処理は、上述の鉄板エコー装置92での処理と、全く同一である。

【0022】この場合、音源102の位置を様々に変えて、インパルス応答の収集が行われる。また、音源102として用いられるスピーカも、その銘柄などを様々に変えて収集が行われる。同様に、マイクロフォン103Lおよび103Rも、その位置および銘柄を様々に変えて収録が行われる。こうして、1つのホール101において、複数のデータが収集される。これらは、例えば残響音付加の際に、残響音のバリエーションとして選択可

能とすることができる。

【0023】一方、インパルス応答変換部95で得られたインパルス応答データ96Lおよび96Rは、加工することができる。図4は、インパルス応答データの加工の際の処理の流れを、概略的に示す。インパルス応答データ110は、加工処理111を施される。図5は、加工処理111の例を示す。図5Aに一例が示されるように、データには、音の伝搬によるシステムディレイが存在する(図中の「A」の部分)。加工処理111で、このシステムディレイ部Aの値が【0】に固定され、この部分のノイズが除去される。

【0024】また、データの後半は、データの終端を【0】に収束させるために、フェードアウト処理が施される。このフェードアウト処理により、後半の微小レベルの信号部分のノイズ除去もなされる。図5Bおよび図5Cは、このフェードアウト処理の例を示す。

【0025】図5Bは、減衰の指数関数に基づきフェードアウト処理を行う例である。例えば、元のインパルス応答を $h(n)$ として、フェードアウト関数を $F_0(n)$ とする。 n は、インパルス応答データのポイントを表す。なお、インパルス応答データのポイントと、デジタルオーディオ信号のサンプリング点のポイントとは、互いに対応する。このとき、 $F_0(n)$ において、 $n \leq 0$ であれば、 $F_0(n) = 1$ である。一方、 $n > 0$ であれば、 $F_0(n)$ は、図5Bのような減衰の指数関数とされる。

【0026】出力データ $x(n)$ は、次式(1)に示されるように、

$$x(n) = h(n) \cdot F_0(n-a) \quad \cdots (1)$$

となる。値 a は、元のインパルス応答における原音の位置を、サンプル数で表したものである。このように、フェードアウトは、原音の位置よりも後ろで行われる。これは、原音と同じ位置、すなわち $n=0$ の時点でフェードアウトを開始すると、原音自体のレベルも低下してしまうからである。

【0027】なお、フェードアウト関数は、減衰の指数関数に限られない。例えば、図5Cに示されるように、直線的な減衰特性としてもよい。

【0028】また、フェードアウトによって、このデータを用いて実際にオーディオ信号に残響音を付加する残響音付加装置の処理能力に適合するように、インパルス応答データのポイント数を調整することができる。すなわち、インパルス応答データのポイント数を所定値、例えば256kポイント(262, 144ポイント: 端数を省略して、256kポイントと記述する。2ⁿの値の表現については、以下同様とする)に制限するときには、例えば図4Aに示されるように、128kポイントの時点でフェードアウトを開始し、256kポイントの時点でデータが【0】になるようにする。

【0029】加工処理111としては、上述の他に、レ

ベル調整なども行われる。加工されたインパルス応答データは、FIRフィルタによるたたみ込みの際の、FIRフィルタ係数112として、例えばCD-ROM45に記録される。

【0030】なお、インパルス応答データの加工は、後述するように、このCD-ROM45から再生されたインパルス応答データによって残響音の付加を行う、残響音付加装置においても行うことができる。残響音付加装置において例えば上述のフェードアウト処理を行うことで、オーディオ信号に付加される残響音の長さを変更することができる。

【0031】図6は、このようにして作成されたインパルス応答データを用いてたたみ込みを行う、残響音付加装置の構成の一例を、概略的に示す。残響音を付加したいデジタルオーディオ信号が入力端120から入力される。入力データは、乗算器126に供給されると共に、プリディレイ121によって遅延され、プリディレイを与えられる。プリディレイ121の出力は、たたみ込み処理部122に供給される。

【0032】たたみ込み処理部122は、LおよびRチャンネルそれぞれのFIRフィルタ(フィルタ122Lおよびフィルタ122R)からなる。上述のインパルス応答収集装置97で作成された、インパルス応答データ96Lおよび96Rが対応するチャンネルのFIRフィルタ係数として、端子123Lおよび123Rから供給される。これらインパルス応答データ96Lおよび96Rは、例えばCD-ROMから読み出されて得られる(図示しない)。

【0033】フィルタ122Lおよび122Rでは、インパルス応答データ96Lおよび96Rによって、入力されたデジタルオーディオ信号のたたみ込みが行われる。このたたみ込みの結果、インパルス応答データ96Lおよび96Rに基づく残響音が生成される。フィルタ122Lおよび122Rの出力は、それぞれ乗算器124Lおよび124Rに供給される。

【0034】乗算器124L、124Rおよび上述の乗算器126と、加算器128Lおよび128Rとで、原音(ドライ成分)と残響音(ウェット成分)との混合器が構成される。端子127および125にそれぞれ供給された原音および残響音の比率に応じて、乗算器126および乗算器124L、124Rで入力デジタルオーディオ信号およびたたみ込み処理部122の出力が調整され、加算器128Lおよび128Rで、これらの信号が加算され、Lチャンネルの出力が出力端129Lに、Rチャンネルの出力が出力端129Rに、それぞれ導出される。

【0035】図7は、この残響音付加装置の構成の一例を、より具体的に示す。この残響音付加装置1は、2チャンネル(1ch/2ch)分のデジタルオーディオ信号が、AES/EBU(Audio Engineering Society/E

uropean Broadcasting Union) の規格に基づくデジタルオーディオ入力端子10から入力される。入力端子10から供給されたデジタルオーディオ信号は、デジタル入力部11を介してインプットスイッチ12に供給される。

【0036】入力されるデジタルオーディオ信号は、例えばサンプリング周波数が48kHz、量子化ビット数が24ビットである。なお、後述するオプションボード50をこの装置1に装着することで、扱うことができるサンプリング周波数を2倍の96kHzとすることが可能とされる。また、これらの例に限らず、例えばサンプリング周波数44.1kHzのデジタルオーディオ信号にも対応可能とすることができる。この場合には、オプションボード50装着時には、サンプリング周波数が88.2kHzの信号を扱うことが可能とされる。

【0037】残響音付加装置1に対してアナログオーディオ信号を入力する場合には、アナログオーディオ入力端子13L、13Rが用いられる。L(左)およびR(右)チャンネルのオーディオ信号のそれぞれは、入力端子13Lおよび13Rの対応する側から入力され、A/D変換器14で例えば48kHzのサンプリング周波数で量子化ビット数が24ビットでサンプリングされ、デジタルオーディオ信号に変換される。A/D変換器14の出力は、インプットスイッチ12に供給される。

【0038】インプットスイッチ12は、後述するコントローラ40の制御あるいは手動の切り替えスイッチにより、入力オーディオ信号の系統を切り替える。インプットスイッチ12の出力は、経路31を通過して、DSP(Digital Signal Processor)30に供給される。

【0039】DSP30は、DRAM(Dynamic Random Access Memory)を有し、後述するコントローラ40から供給されるプログラムに基づき、入出力されるデジタルオーディオ信号の様々な制御を行う。DSP30は、所定のプログラムに基づき、供給されたデジタルオーディオ信号を、インパルス応答のたたみ込み演算を行うためのDSP32A~32Kに供給する。また、DSP30では、入力信号に基づき初期反射音を生成する。さらに、DSP30には、後述するDSP34から、インパルス応答のたたみ込み演算結果が供給される。

【0040】DSP32A~32Kは、DSP30から供給されたデジタルオーディオ信号を、それぞれ所定のサイズのブロックに切り出し、予め供給されたインパルス応答データによるたたみ込み演算を行う。DSP32A~32Kは、それぞれ処理するサンプル数に応じた容量のDRAMを有する。この例では、DSP32A~32Hはそれぞれ1個ずつ、DSP32Iは2個、DSP32J、32Kは4個ずつ、容量が16MビットのDRAMを有する。

【0041】DSP32A~32Kにより行われた、ブ

ロック毎でのインパルス応答のたたみ込み演算結果は、加算器33で加算され、DSP34を介してDSP30に供給される。DSP34では、加算結果のオーバーフローが検出され、例えばオーバーフローを起こしたデータが所定値に固定される。

【0042】DSP30では、入力デジタルオーディオ信号と、上述の初期反射音と、DSP34を介して供給されたインパルス応答のたたみ込み演算結果とを混合することで、入力デジタルオーディオ信号に対して残響音を付加して出力する。DSP30の出力35は、アウトプットスイッチ18に供給される。

【0043】なお、形成された残響音および処理されていない入力デジタルオーディオ信号は、それぞれ「ウェット成分」および「ドライ成分」とも称される。DSP30では、これらウェット成分およびドライ成分の混合比を、LおよびRチャンネルのそれぞれについて、自在に変更することができる。それと共に、DSP30では、出力信号のレベル調整なども行われる。

【0044】また、DSP30に対して、取り扱うデジタルオーディオ信号のサンプリング周波数に対応した周波数のクロックFSあるいは2FSが供給される。DSP30での信号処理は、このクロックに基づきなされる。

【0045】アウトプットスイッチ18は、後述するコントローラ40の制御あるいは手動の切り替えスイッチにより、出力信号の系統を切り替える。出力は、デジタルおよびアナログのオーディオ信号として出力できる。アウトプットスイッチ18からデジタル出力部19を介して、AES/EBU規格による出力端子20に対して、2チャンネル分のデジタルオーディオ信号が導出される。また、アウトプットスイッチ18から出力されたデジタルオーディオ信号は、D/A変換器21でLおよびRチャンネルのアナログオーディオ信号に変換される。LおよびRチャンネルのアナログオーディオ信号は、それぞれアナログ出力端子22Lおよび22Rに導出される。

【0046】なお、この例では、入力端子10、入力端子13Lおよび13R、出力端子20、出力端子22Lおよび22Rのそれぞれには、ホット、コールドおよび独立したアースラインの3本の信号線を有する、キャン型が用いられている。

【0047】また、アウトプットスイッチ18により、入力されたオーディオ信号に対する装置1内部での残響音付加処理をバイパスするように選択することもできる。バイパスが選択されると、入力されたデジタルオーディオ信号は、インプットスイッチ12からバイパス経路17を通過してアウトプットスイッチ18に直接的に供給される。

【0048】一方、この残響音付加装置1の全体は、コントローラ40によって制御される。コントローラ40

は、例えばCPU(Central Processing Unit)やRAM(Random Access Memory)、ROM(Read Only Memory)、所定の入出力インターフェイスなどからなる。ROMは、例えばシステムを起動するための初期プログラムや、シリアル番号が予め記憶される。RAMは、CPUが動作するためのワークメモリであると共に、例えば外部からプログラムがロードされる。

【0049】コントローラ40は、例えば8ビットパラレルでバス41に接続される。バス41は、上述のDSP30、32A~32H、34にそれぞれ接続される。バス41を介して、コントローラ40と各DSP30、32A~32H、34との間で通信が行われる。この通信により、コントローラ40から各DSP30、32A~32H、34のそれぞれに対してプログラムが供給されると共に、コントローラ40と各DSP30、32A~32H、34との間で、データやコマンドのやり取りが行われる。

【0050】また、上述したように、インプットスイッチ12およびアウトプットスイッチ18は、例えばバス41と接続され(図示しない)、コントローラ40によって制御される。

【0051】コントローラ40に対して、例えばフルドットのLCD(Liquid Crystal Display)からなる表示装置42が接続される。コントローラ40で生成された表示データに基づいて、表示装置42に対して所定の表示が行われる。

【0052】入力部43は、図示しないが、複数の入力手段、例えば回転角に対応してデータを入力するようにされたロータリエンコーダと、複数のプッシュスイッチを有する。これらの入力手段を操作することで、対応する制御信号が入力部43からコントローラ40に供給される。この制御信号に基づき、コントローラ40から各DSP30、32A~32H、34に対して、所定のプログラムやパラメータなどが供給される。

【0053】この残響音付加装置1には、CD-ROM(Compact Disc-ROM)ドライブ44が設けられる。CD-ROMドライブ44に対してCD-ROM45が挿入され、CD-ROM45からデータやプログラムが読み出される。読み出されたデータやプログラムは、CD-ROMドライブ44からコントローラ40に供給される。

【0054】例えば、CD-ROM45には、インパルス応答データが記録されている。CD-ROM45からこのインパルス応答データが読み出され、コントローラ40に供給される。そして、コントローラ40からDSP32A~32Kのそれぞれに対して、このデータが供給される。DSP32A~32Kでは、供給されたインパルス応答データに基づき、インパルス応答のたたみ込み演算を行う。

【0055】なお、CD-ROM45に、様々な環境で収集されたインパルス応答データを多数、記録しておく

ことで、使用するインパルス応答に対応する環境と同様の残響効果を得ることができる。また、複数のインパルス応答データを組み合わせて用いることもできる。実際には存在しない空間をつくり出すことが可能である。さらに、インパルス応答データを、この残響音付加装置1で加工することができる。例えば、読み出されたインパルス応答データを加工し、フェードアウト処理を行うことで、残響時間の調整を行う。

【0056】また、他の例として、CD-ROM45に、インパルス応答データをフーリエ変換により周波数要素データに変換したデータを記録するようにしてもよい。残響音付加装置1における処理を軽減することができる。

【0057】さらに、CD-ROM45には、上述した表示部42に対する表示の際に用いられる表示データも格納される。

【0058】この残響音付加装置1は、外部インターフェイスとしてMIDI(Musical Instrument Digital Interface)を備える。MIDI入力端子46から供給されたMIDI信号は、コントローラ40に供給される。供給されたMIDI信号に基づき、この装置1の所定の機能を制御することができる。また、コントローラ40において、MIDI信号を生成して出力することができる。MIDI入力端子46から供給されたMIDI信号を加工して出力するようにもできる。コントローラ40から出力されたMIDI信号は、MIDI出力端子47から外部の機器へと供給される。また、MIDIスルー端子48は、MIDI入力端子46から供給されたMIDI信号を、そのまま出力する。

【0059】この残響音付加装置1は、オプションボード50を装着することで、機能を拡張することができる。機能拡張の一例として、サンプリング周波数が48kHzのデジタルオーディオ信号を、さらに2系統、扱うことができるようになる。2チャンネル分(3ch/4ch)のデジタルオーディオ信号がオプションボード50を介して、端子15から入力される。このデジタルオーディオ信号は、デジタル入力部16を介してインプットスイッチ12に供給される。また、アウトプットスイッチ18から出力された、オプションボード50での処理に対応した2チャンネル分のデジタルオーディオ信号がデジタル出力部23を介して端子24に導出される。このデジタルオーディオ信号は、端子24からオプションボード50を介して外部に出力される。

【0060】機能拡張の他の例として、2チャンネル(1ch/2ch)分のデジタルオーディオ信号を扱う際に、サンプリング周波数が2倍の96kHzである信号を扱うことができるようになる。

【0061】オプションボード50とこの装置1とは、端子51~56および端子15、24で互いに接続され

る。図8は、オプションボード50の構成の一例を示す。このオプションボード50は、上述のDSP32A～32Kおよび加算器33による、インパルス応答のたたみ込み演算を拡張して実行できるようにしたものである。したがって、このオプションボード50には、上述のDSP32A～32Kと同様のDSP32L、32M、およびDSP60A～Lが設けられると共に、加算器61ならびに上述のDSP34に対応するDSP62とが設けられる。

【0062】ボード50上のバス41'は、端子56を介して装置1のバス41と接続される。ボード50上の各DSP32L、32M、およびDSP60A～Lは、バス41'を介して、コントローラ40との間で通信を行うことができる。

【0063】DSP32Lおよび32Mは、16MビットのDRAMを8個有し、上述のDSP32A～Kと共にたたみ込み演算を行う。入力デジタルオーディオ信号がDSP30から出力され、端子53を介してDSP32Lおよび32Mに対してそれぞれ供給される。DSP32Lおよび32Mによるたたみ込み演算結果は、それぞれ端子54および55を介して加算器33に供給され、他のDSP32A～32Kの演算結果と共に加算される。

【0064】一方、DSP60A～60Mは、例えば上述のDSP32A～32Mと並列的に処理を行う。入力デジタルオーディオ信号がDSP30から出力され、端子51を介してDSP60A～60Mに配分される。

【0065】例えば、オプションボード50の装着によって、1ch～4chまでの4チャンネル分の処理を行う場合には、DSP32A～32Mによって1chおよび2chのたたみ込み演算が行われ、DSP60A～60Mによって3chおよび4chのたたみ込み演算が行われる。また、サンプリング周波数が96kHzのデジタルオーディオ信号を扱う場合には、例えば同一のサンプル数からなるブロックが供給されるDSP同士、すなわち、DSP32Aおよび60A、DSP32Bおよび60B、・・・、DSP32Mおよび60Mがそれぞれ並列的にたたみ込み演算を行うことで、2倍速での処理に対応することができる。

【0066】DSP60A～60Mでのたたみ込み演算結果は、それぞれ加算器61に供給され加算される。加算結果は、DSP62に供給され、上述のDSP34と同様にオーバーフロー処理をされ、端子52を介してDSP30に供給される。そして、DSP30において、必要に応じてドライ成分およびウェット成分の比率の調整や、他のチャンネルの信号との混合比の調整をされ、アウトプットスイッチ18に供給される。

【0067】なお、オプションボード50には、AES/EBUの規格に基づくデジタルオーディオ信号の入力端子63および出力端子64とが設けられる。入力端

子63には、2チャンネル(3ch/4ch)分の信号が入力され、入力された信号は、端子15を介してインプットスイッチ12に供給される。同様に、アウトプットスイッチ18から出力された2チャンネル(3ch/4ch)分の出力信号は、端子24を介してこのボード50に供給され、出力端子64に導出される。なお、この例では、端子63および64は、キャノン型が用いられている。

【0068】図9は、この残響音付加装置1のフロントパネル200の一例を示す。フロントパネル200の四隅には、この装置1をラックにマウントすることが可能のように、取り付け穴が設けられている。パネル200の左側に、電源スイッチ201が設けられ、その下方にCD-ROMドライブ44に対してCD-ROM45を装着するための、CD-ROM挿入部202が設けられる。スイッチ205を操作することで、CD-ROM挿入部202へのCD-ROM45の挿入および挿入部202からのCD-ROM45の取り出しを行うことができる。

【0069】パネル200の略中央部には、表示部203が設けられる。表示部203は、上述したLCD42に対応するものである。表示部203の右側に、ロータリエンコーダ204が設けられる。また、表示部203の下部に、ファンクションキー206、207、208および209が設けられる。これらロータリエンコーダ204およびファンクションキー206～209によって、この装置1の機能の選択やデータの入力などを行うことができる。

【0070】表示部203は、選択されている機能などにより様々な表示を行う。この例では、所定の残響音のタイプが選択された場合の、パラメータ表示が行われ、表示部203内の表示領域210には、選択された残響音に対して指定されたパラメータが感覚的に表示されると共に、表示領域211には、パラメータ名とパラメータ値が表示されている。

【0071】表示領域211の表示は、表示部203の下部に配置されたファンクションスイッチ206～209のそれぞれに対応している。例えば、ファンクションキー206～209のうちの何れかを押すことで、押されたキーの直上に表示されているパラメータが選択されると、そのパラメータが変更される。また例えば、所定の操作によって、表示部203に、別のページを表示させることも可能である。別のページでは、別のパラメータ値を変更することができる。

【0072】一方、この発明においては、表示領域210に対して、現在設定されている残響時間の長さに対応した波紋が表示され、その設定による残響音の効果(音の広がり具合)が感覚的に把握できるようにされている。図10および図11は、この表示領域210の表示

の例を示す。例えば、ファンクションキーの所定の操作に基づきパラメータとして残響時間を選択し、ロータリエンコーダ 204 によって、残響時間の設定を変更する。一例として、残響時間を短い値から長い値へと変更していくのに伴い、図 10A～図 10H、さらに、図 11A～図 11H というように、波紋の間隔が変化されると共に、波紋の波数が増加される。

【0073】この例では、波紋は、残響時間の最小値から最大値までの値に段階的に対応した、16 段階の表示を有する。この 16 段階の表示は、残響時間に対して相対的である。波紋表示のための表示データは、CD-ROM 45 に格納されている。そして、例えばこの装置 1 の起動時に予め CD-ROM 45 から読み出され、コントローラ 40 が有する RAM に格納される。これに限らず、コントローラ 40 が有する ROM に予め格納しておくようにしてもよい。残響時間のパラメータを決定すると、波紋の表示は、そのときの表示に固定される。

【0074】このような表示を行うことにより、ユーザに対して、視覚的に印象を与えることができる。ユーザは、残響の効果を、感覚的に把握することができるようになる。すなわち、ユーザは、波紋により、残響音の広がりを視覚的に把握することができる。

【0075】ここで、波紋の表示は、この例では表示領域 210 の左下から右上に向かって広がっていくように表示されているが、これはこの例に限定されない。図 12 は、表示領域 210 に対する波紋の表示の、他の例を示す。波紋の中心点および波紋が広がる方向は、任意に設定することができるが、例えば、左端を波紋の中心とすることができる（図 12A）。また、表示領域 210 の中心を波紋の中心とすることもできる（図 12B）。さらにまた、波紋の断面を表示するようにしてもよい（図 12C）。また、選択された残響音のタイプに応じて波紋の形状を変化させることもできる。

【0076】さらに、この例では、波紋の表示は固定的に行われているが、1 段階のパラメータに対して複数枚の表示データを用意し、これらを連続的に切り替えて表示することで、アニメーション表示とすることもできる。恰も、水面に波紋が広がっていくかのように表示される。

【0077】なお、残響時間の変更は、図 4 および図 5 を用いて説明した方法により行うことができる。すなわち、例えば選択されているインパルス応答データに対して、減衰の指数関数を乗じる。この指数関数のパラメータを変化させることで、残響時間を変更することができる。ロータリエンコーダ 204 を回転させることで、このパラメータを変更することができる。

【0078】次に、DSP 32A～32M、DSP 60A～60M で行われる、インパルス応答のたたみ込み演算について説明する。なお、ここでは、複雑さを避けるため、オプションボード 50 を用いずに、DSP 32A

～32K のみで行う演算について説明する。

【0079】図 13 は、DSP 32A～32K の各々における処理を概略的に示す。インパルス応答データは、コントローラ 40 の制御によって、例えば CD-ROM 45 から読み出され、予め DSP 32A～32K に対して供給され、DSP 32A～32K がそれぞれ備える DRAM に格納される。そして、各 DSP 32A～32K において、それぞれに対して定められている処理ブロックサイズに対応し、インパルス応答データが時間軸上の所定の区間で区切られる。

【0080】ここで、各 DSP 32A～32K を DSP 32 として代表し、DSP 32 に処理されるインパルス応答の単位を N とする。例えば、この例では、DSP 32A は、128 ポイントのインパルス応答データのたたみ込み演算を行うようにされているため、 $N=128$ である。また、以下の説明において、1 ワードは、デジタルオーディオ信号の 1 サンプルデータに対応する。したがって、1 ワードは、時間軸上では（1/サンプリング周波数）の時間間隔を有し、デジタルデータとしては、量子化ビット数（24 ビット）のものである。

【0081】DSP 32 に供給された入力データは、N ワードからなるブロックデータに切り出される。したがって、最初の N ワード分の時間は、データの入力に費やされる。入力された N ワード分のデータは、DSP 32 が有する DRAM に格納される。そして、次の N ワード分の時間で、格納された N ワード分の入力データに対するインパルス応答のたたみ込み演算が行われる。演算が全て終了すると、N ワード分の演算結果が出力される。したがって、N ワードの演算において、データの入出力に対して 2N ワード分の遅延が生じることになる。

【0082】図 14 は、DSP 32 における処理を、さらに詳細に示す。DSP 32 では、周知の技術である、巡回たたみ込みにおけるオーバーラップセーブメソッドを用いて、インパルス応答のたたみ込み演算を行っている。

【0083】すなわち、図 14 に示されるように、時間軸に従い N ワード毎に供給される、第 n 番目のブロック 80B と、一つ前の第 (n-1) 番目のブロック 80A とに対して DFT (Discrete Fourier Transform) を行い、時間軸上のデータを、(N+1) ワードの実数部 81A と (N-1) ワードの虚数部 81B とからなる周波数要素データ 81 に変換する。

【0084】一方、インパルス応答データ 82 は、それぞれ N ワードの、実データ 82A とゼロデータ 82B について予め DFT され、(N+1) ワードの実数部 83A と (N-1) ワードの虚数部 83B とからなる周波数要素データ 83 に変換されている。

【0085】入力データによる周波数要素データ 81 と、インパルス応答による周波数要素データ 83 の、互

いに対応する周波数要素同士が乗算され、乗算結果について、等しい周波数成分同士を足し合わせるフィルタ処理(たたみ込み)が行われる。この演算の結果、 $(N+1)$ ワードの実数部84Aと $(N-1)$ ワードの虚数部84Bとからなる周波数要素データ84が得られる。この周波数要素データ84に対して、DFTの逆の処理であるIDFTして、 $2N$ ワードからなる時間軸上のデータ86が得られる。

【0086】IDFTの結果は、図14のデータ85、86、87に示されるように、 N ワード間隔で $2N$ ワードずつ得られる。データ85、86、87のそれぞれにおいて、前半の N ワードのデータ85A、86A、87Aが捨てられ、第 $(n-1)$ 番目のブロック、第 n 番目のブロック、第 $(n+1)$ 番目のブロックというように、出力データが得られる。第 n 番目の出力データは、対応する第 n 番目の入力データに対して2ブロック分、遅延している。

【0087】ブロックサイズを大きくとり、1回の処理でより多くのインパルス応答データのたたみ込み演算を行うことで、長い残響時間を得ることができる。しかしながら、上述したように、入力されたブロックが出力されるまでには、2ブロック分の遅延があるため、1ブロックを大きくすると、残響処理の成分が出力されるまでの遅延時間が長くなり、実用的ではない。そこで、この一実施形態では、所望の残響時間を得るための処理を、それぞれ所定のポイント数(ワード数)に分割された複数のブロック毎に並列的に行う。

【0088】図15および図16は、この一実施形態による、複数のブロックに分割してのたたみ込み演算処理について示す。例えば 2^{18} ワード(256kワード)のたたみ込み演算を行う場合を考える。この場合、デジタルオーディオ信号が256kワード(256kポイント)のインパルス応答データによってたたみ込まれる。サンプリング周波数が48kHzの場合で略5.3sec、サンプリング周波数が44.1kHzの場合で略5.9secの残響時間が得られる。

【0089】図15に一例が示されるように、全体256kワードが2分割され、2分割されたうち時間軸上で前に位置する側がさらに2分割される。このように、時間軸上で前に位置する側が順次2分割される。そして、2分割されたうち、時間軸上で後ろに位置する側のそれぞれは、さらに2分割され同一サイズの2ブロックが形成される。

【0090】図16は、図15における先頭の8kワードの部分Aを拡大して示す。この部分Aも、同様にして2分割されていくが、先頭の256ワードに関しては、128ワードのブロックが2ブロック形成され、この2ブロックについてインパルス応答のたたみ込みが行われる。したがって、残響成分は、先頭の256ワード分遅延されて出力される。しかしながら、例えばサンプリン

グ周波数が48kHzの場合、これは僅か5msecの遅延であり、残響音付加の面から考えると、問題がない。

【0091】このように、全体が 2^{18} ワード(256kワード)のこの例では、 2^7 ワード(128ワード)、 2^8 ワード(256ワード)、 2^9 ワード(512ワード)、 2^{10} ワード(1kワード)、 2^{11} ワード(2kワード)、 2^{12} ワード(4kワード)、 2^{13} ワード(8kワード)、 2^{14} ワード(16kワード)、 2^{15} ワード(32kワード)および 2^{16} ワード(64kワード)の、 2^n ワードのサイズを有するブロックがそれぞれ2ブロックずつ形成される。

【0092】DSP32A~32Kでは、それぞれ同一ブロックサイズの組について処理が行われる。すなわち、図15および図16に示されるように、DSP32A~32Kに対して供給された入力データは、DSP32A~32Kのそれぞれにおいて、DSP32Aで128ワード、DSP32Bで256ワード、DSP32Cで512ワード、DSP32Dで1kワード、DSP32Eで2kワード、DSP32Fで4kワード、DSP32Gで8kワード、DSP32Hで16kワード、DSP32Iで32kワード、DSP32J、32Kで64kワードに、それぞれ切り出される。

【0093】128ワードから32kワードまでの処理のそれぞれは、同一のブロックサイズの2つのブロックについてのたたみ込みの処理を、一つのDSPによって時分割的に行うようにしている。

【0094】すなわち、DSP32A~32Kのそれぞれにおいて、切り出されたブロックデータに対して対応するインパルス応答データによるたたみ込み演算が行われる。同一ブロックサイズの組の、後半のブロックについては、処理後、1ブロック分遅延されて出力される。これにより、DSP32A~32Kのそれぞれにおいて、同一サイズの2ブロックが連続して出力される。DSP32A~32Kの出力を加算器33で加算することで、残響データ88が生成される。

【0095】なお、DSP32A~32Kのそれぞれに対して連続的に供給されるデータに対して、DSP32A~32Kのそれぞれの周期で処理を行い、その結果を加算することで、連続的に供給されるデータに対して残響音を付加することができることは、周知である。

【0096】図17は、各DSP32A~32Kにおける、たたみ込み演算をするためのたたみ込みフィルタ70の構成の一例を示す。たたみ込みフィルタ70は、例えば、コントローラ40からDSP32A~32Kに対して供給される所定のプログラムに基づいて実現される。端子71からデジタルオーディオ信号が入力され、DFT回路72に供給される。デジタルオーディオ信号は、DFT回路72で時間軸上のデータから周波数要素データに変換される。DFT回路72の出力は、

乗算器 74 に供給されると共に、遅延回路 73 に供給される。

【0097】遅延回路 73 は、N ワード分の遅延を有する。すなわち、DSP 32A～32K は、それぞれ $N=128, 256, 512, 1k, 2k, 4k, 8k, 16k, 32k$ および $64k$ であって、対応する遅延量を有する。遅延回路 73 で遅延されたデータは、乗算器 76 に供給される。

【0098】乗算器 74 では、端子 75 から、DFT されたインパルス応答データであるフィルタ係数 A が供給される。乗算器 74 で、DFT 回路 72 の出力およびフィルタ係数 A の対応する周波数要素同士の乗算がなされる。一方、乗算器 76 でも同様な処理が行われる。すなわち、端子 77 から、DFT されたインパルス応答データであるフィルタ係数 B が供給され、遅延回路 73 からの出力およびフィルタ係数 B の対応する周波数要素同士の乗算がなされる。

【0099】乗算器 74 および 76 それぞれの乗算結果は、加算器 78 で加算される。加算結果は、IDFT 回路 79 に供給され、周波数要素データが時間軸上のデータに変換され、端子 80 から出力される。

【0100】このように、たたみ込みフィルタ 70 では、入力データと、N ワード、すなわち 1 ブロック分遅延された入力データとの、2 ブロック分のデータを用いてたたみ込み演算が行われ、2 ワード分のデータが出力される。図 14 を用いて既に説明したように、出力された 2 ワード分のデータのうち、前半の 1 ワードは、捨てられる。

【0101】図 18 は、上述の図 17 の構成に基づく、たたみ込みフィルタ 70 の処理を、時間軸に対応して示す。図 18 の左端側には入力データが示され、右端側には、出力データが示される。また、図 18 は、全体的に、上側から下側へ向けて、時間の経過が示される。すなわち、複数のフィルタ 70 が存在するように示されているが、これらは、一つのフィルタの異なるタイミングでの処理を示す。このように、1 つ前のタイミングで DFT した結果が遅延回路 73 によって遅延されて、次のタイミングのフィルタ処理に用いられる。そのため、入力データに対して、2 ブロック分遅延された出力データが連続的に出力される。

【0102】図 19 は、DSP 32A～32K の並列処理の概略を示す機能ブロック図である。入力データが DSP 32A～32K のそれぞれに対して並列的に供給される。DSP 32A～32K は、それぞれ $N=128, N=256, N=512, N=1k, N=2k, N=4k, N=8k, N=16k, N=32k$ および $N=64k$ のポイントのたたみ込みを行う。そして、演算結果は、DSP 32A～32K のそれぞれから、2N ワード分遅延されて、加算器 22 に供給される。

【0103】例えば、DSP 32A に供給された入力デ

ータは、 $N=128$ ワードからなるブロックに切り出され、切り出されたブロックに対してたたみ込み処理を行い、入力タイミングに対して 2N ワード遅延されて演算結果が出力される。そして、次の N ワードのブロックが取り込まれ、同様な処理が繰り返される。DSP 32B～32K のそれぞれにおいて、同様の処理が行われる。

【0104】なお、上述では、インパルス応答収集装置 97 と、残響音付加装置 1 とが別個の装置であるように記述したが、これはこの例に限定されない。すなわち、残響音付加装置 1 に対して、TSP 信号を発生する測定用信号発生部 90 や、同期加算部 94 ならびにインパルス応答変換部 95 を持たせる。これらは、CPU と若干の周辺部品によって構成することが可能であることは言うまでもない。残響音付加装置 1 が元々有する DSP 30 や DSP 34 などを利用することも可能である。このように、残響音付加装置 1 に対してインパルス応答を収集する機能を持たせることで、ユーザ独自の効果音を得ることができる。

【0105】また、上述では、インパルス応答のたたみ込み処理を、DSP 32A～32K といった、ハードウェアで行っているが、これはこの例に限定されず、ソフトウェア処理で行うことも可能である。同様に、DSP 30 および 34 の処理も、ソフトウェアで行うことが可能である。

【0106】さらに、上述では、この発明が残響音付加装置に適用されたものとして説明しているが、これはこの例に限定されない。例えば、残響音を付随的に付加するような他の効果音付加装置に、この発明による波紋表示を適用することができる。すなわち、他の効果と共に残響音を付加するような場合でも、この発明は適用可能である。さらにまた、例えばコンピュータ上のソフトウェアで、残響音の付加が実現されるような場合でも、この発明による表示を適用することができる。

【0107】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、設定される残響時間に応じた波紋が表示部に表示されるため、残響音による音の広がり具合を、視覚的に表現できるといふ効果がある。

【0108】また、この一実施形態によれば、設定される残響時間に応じた波紋が表示部に表示され、残響音による音の広がり具合が視覚的に表現されるため、残響時間の設定を、視覚的な広がり具合に一致して行うことができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】一実施形態による残響音を従来の巡回型フィルタによる残響音と比較して示す略線図である。

【図 2】この発明によるインパルス応答収集装置の構成の一例を示すブロック図である。

【図 3】ホールでインパルス応答を収集する場合の例を示す略線図である。

【図 4】インパルス応答の加工処理の一例を示す略線図である。

【図 5】インパルス応答の加工処理の一例を示す略線図である。

【図 6】インパルス応答データを用いてたたみ込みを行う残響音付加装置の構成の一例を概略的に示すブロック図である。

【図 7】残響音付加装置の構成の一例をより具体的に示すブロック図である。

【図 8】残響音付加装置のオプションボードの構成の一例を示すブロック図である。

【図 9】残響音付加装置のフロントパネルの一例を示す略線図である。

【図 10】表示領域に表示される波紋の例を示す略線図である。

【図 11】表示領域に表示される波紋の例を示す略線図である。

【図 12】表示領域に表示される波紋の他の例を示す略線図である。

【図 13】たたみ込み演算を行う各 DSP における処理を概略的に示す略線図である。

【図 14】各 DSP における処理を、さらに詳細に示す略線図である。

【図 15】複数のブロックに分割してのたたみ込み演算処理について示す略線図である。

【図 16】複数のブロックに分割してのたたみ込み演算処理について示す略線図である。

【図 17】各 DSP におけるたたみ込みフィルタの構成の一例を示すブロック図である。

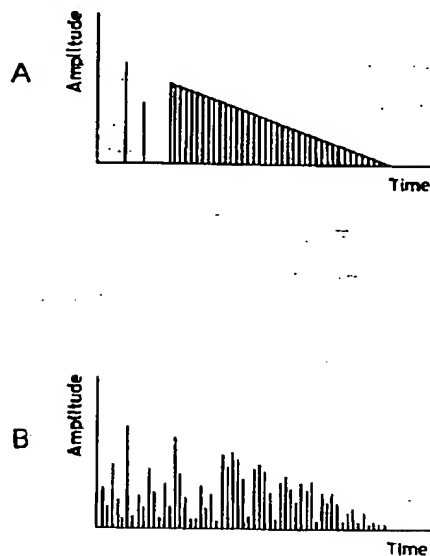
【図 18】たたみ込みフィルタの処理を時間軸に対応して示す略線図である。

【図 19】異なる N ワードの処理を並列的にを行う例を示す略線図である。

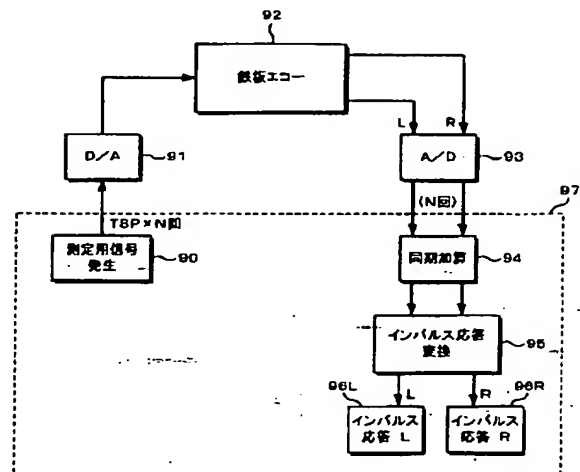
【符号の説明】

1・・・残響音付加装置、30・・・DSP、32A～32M・・・DSP、33・・・加算器、34・・・DSP、40・・・コントローラ、42・・・LCD による表示部、43・・・入力部、44・・・CD-ROM ドライブ、45・・・CD-ROM、50・・・オプションボード、60A～60M・・・DSP、61・・・加算器、62・・・DSP、90・・・測定用信号発生部、94・・・同期加算部、95・・・インパルス応答変換部 95、96L、96R・・・インパルス応答データ、97・・・インパルス応答収集装置、122・・・たたみ込みフィルタ、204・・・ロータリエンコーダ、210・・・波紋が表示される表示部

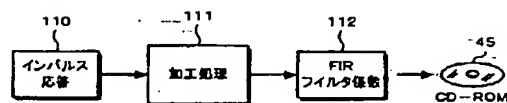
【図 1】



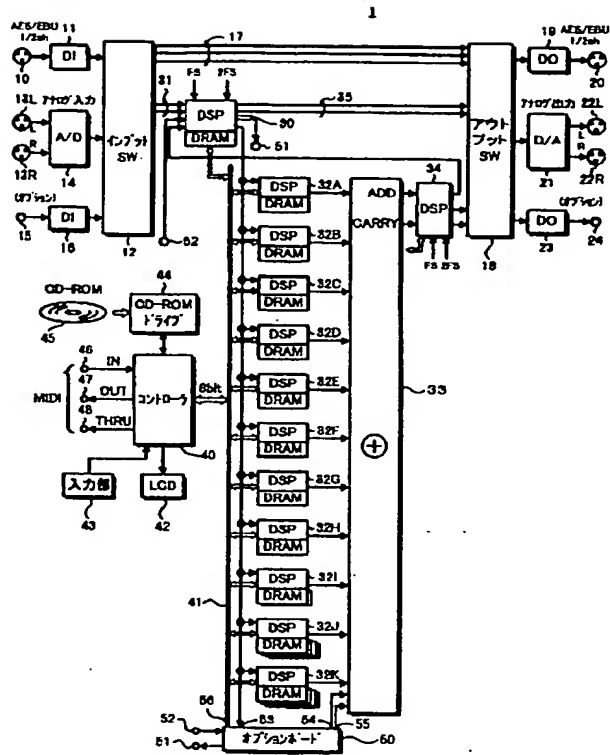
【図 2】



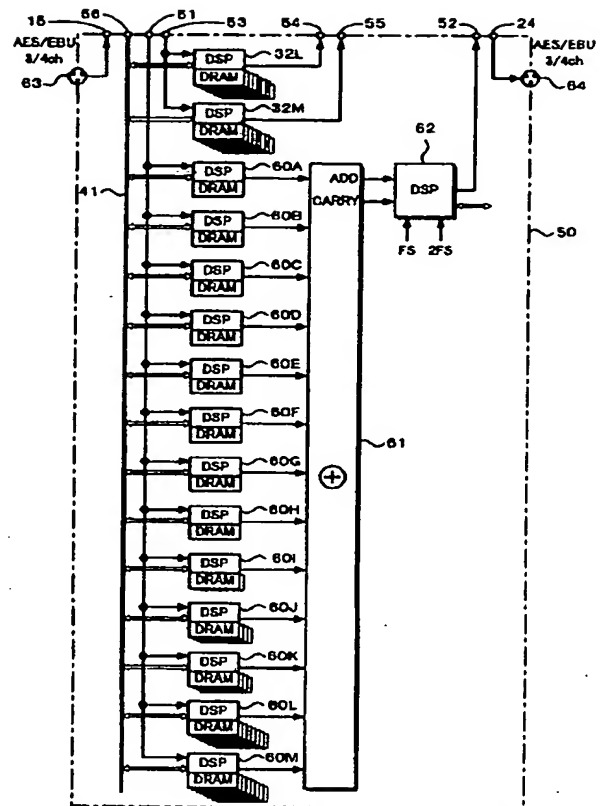
【図 4】



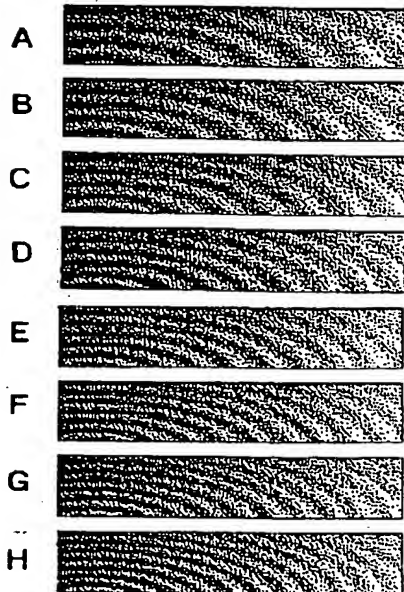
【図 7】



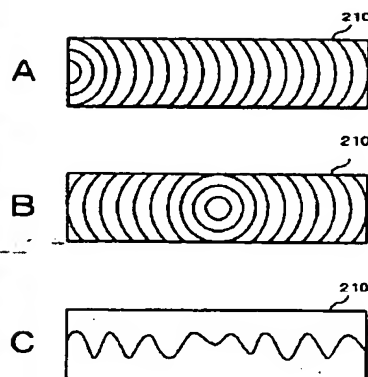
【図 8】



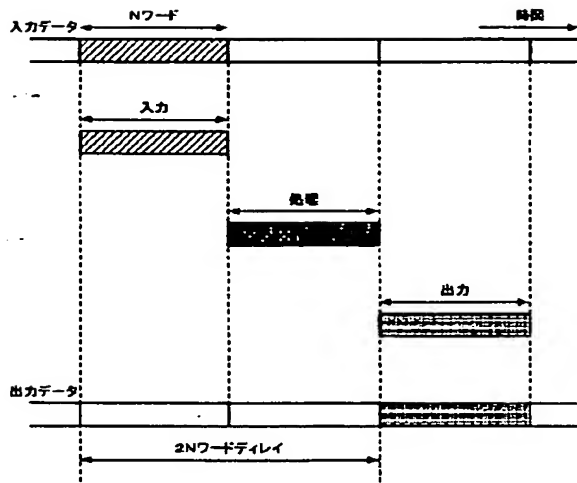
【図 11】



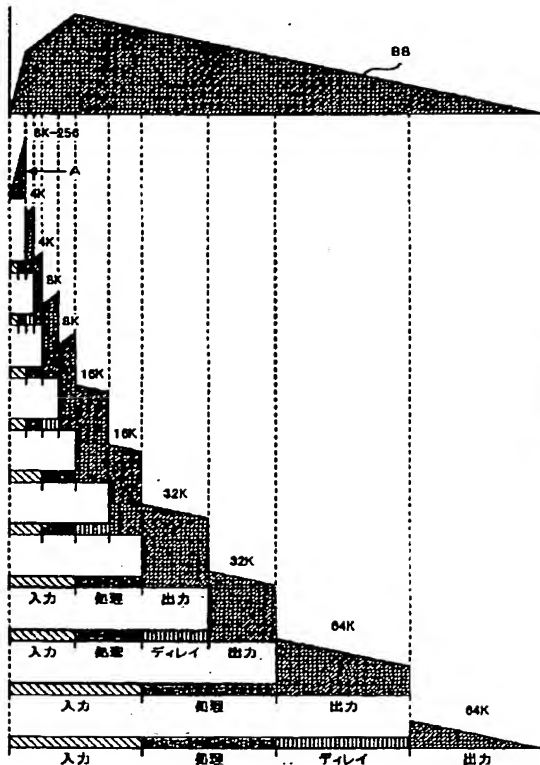
【図 12】



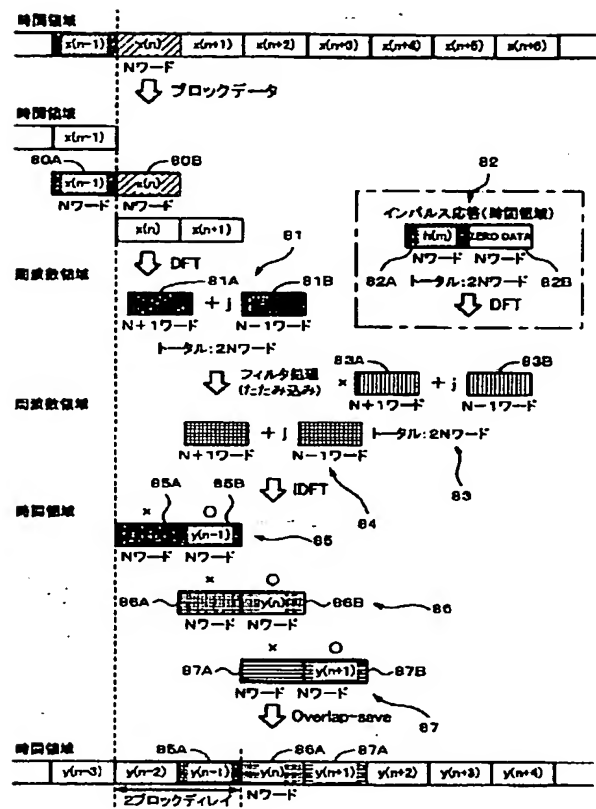
【図 13】



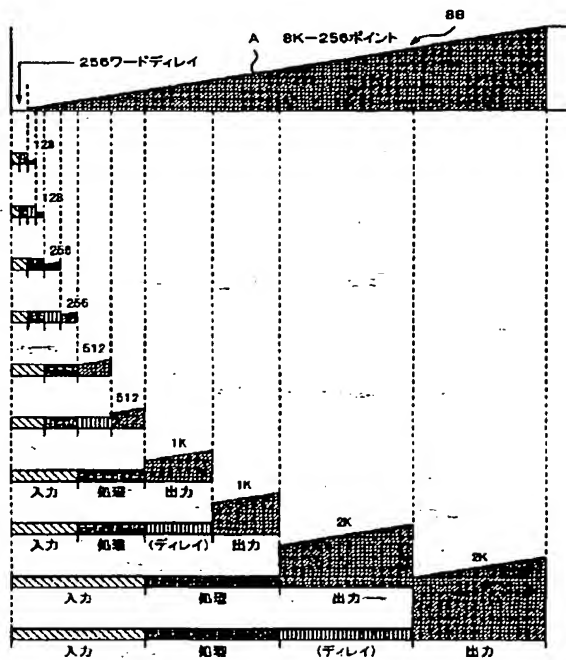
【図 15】



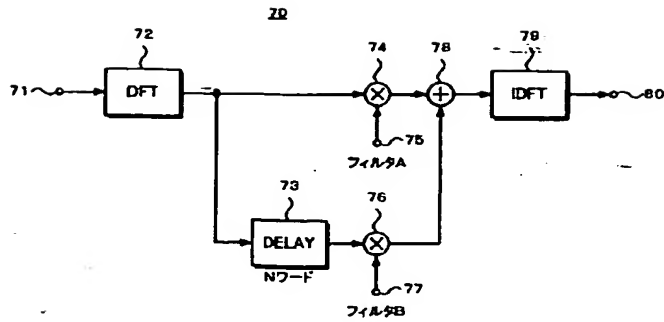
【図 14】



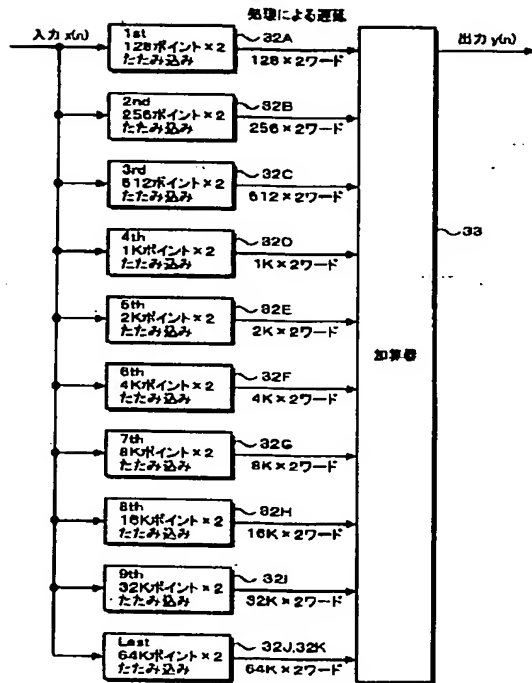
【図 16】



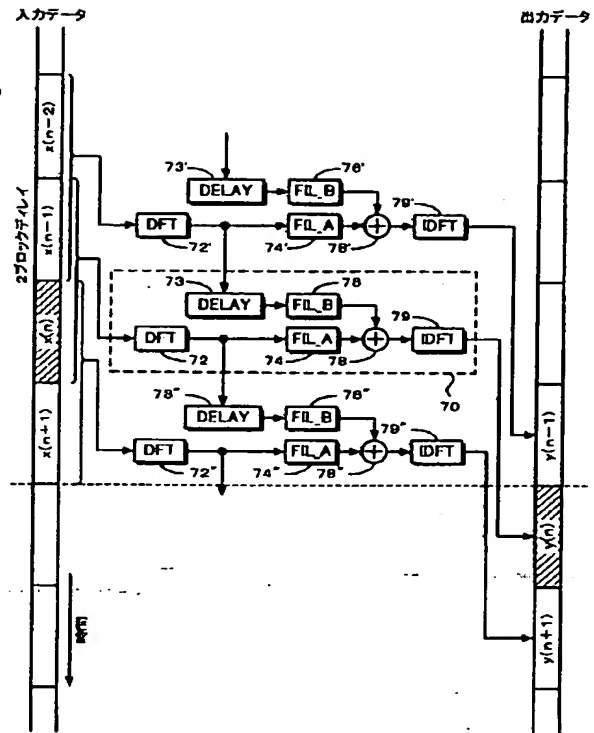
【図 17】



【図 19】



【図 18】



フロントページの続き

(72) 発明者 入矢 真一
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ツニ
株式会社内

Fターム(参考) 2G064 AA05 AA11 AB01 AB02 AB12
AB17 BA02 BD02 CC02 CC26
5D108 AA08 AB08 AB09 AD05